

コムギに添加したアオカモジグサ染色体の伝達頻度と 二染色体添加植物

村松幹夫・高田兼則

(生物機能・遺伝資源開発学講座)

Received October 15, 1992

Frequency of Disomic Addition Lines of *Agropyron ciliare* Chromosomes
Obtained in Backcross Generations of an Amphiploid, *A. ciliare* × Wheat

Mikio MURAMATSU and Kanenori TAKATA

(Department of Biological Function and Genetic Resources Science)

Disomic addition lines were selected in progeny generations in which an amphiploid, *Agropyron ciliare* Franchet, line Hyakkengawa, and hexaploid common wheat (*Triticum aestivum*) cultivar Inayama-komugi, had been backcrossed to the wheat parent twice. A higher rate for disomic addition plants was obtained in progeny of parent plants with several *ciliare* chromosomes than plants with single chromosome addition. So far, 22 disomic lines were selected and examined for morphological differences as well as for the flowering date and level of seed fertility.

緒 言

異種ゲノム染色体の二染色体添加植物 (alien chromosome disomic addition plant) は, 種属間雑種 F_1 や複倍数体植物の戻交配後代において, 通常, 一染色体添加植物 (monosomic addition plant) の自殖次代から育成され, 作物への有用遺伝子導入の中間母本として育種上重要である. しかし, 一染色体植物の次代における二染色体添加植物の出現頻度はしばしばきわめて低く, 多数の個体の栽培を必要とする. それは添加された一染色体が形成する一価染色体の成熟分裂後期における高い消失率と, 添加染色体をもつ配偶子の花粉側における低い伝達率による.

本報告はコムギ近縁野生種の1種であるアオカモジグサ (*Agropyron ciliare* Franchet, *Elymus ciliaris* Tzvelev, *E. racemifer* Tsvet., $2n=4x=28, 14'', SSYY$) の染色体をコムギへ二染色体添加した植物を作出する実験の一部である. 前報¹⁾で得た系統に加え, さらに種子の追加播種栽培を行い, 新しい染色体添加植物の作出を試みた. また, 今回は雑種各世代における二染色体添加系統の出現頻度について予報的に検討する.

材 料 と 方 法

1. 供試材料

実験に用いた材料植物は, アオカモジグサと六倍性普通コムギ (*Triticum aestivum* L., $2n=6x=42, 21'', AABBDD$) との複倍数体植物のコムギ親への2回の戻交雑による雑種第一代世代 (B_2F_1) から細胞遺伝学的に選抜した3個体の植物の後代である (Table 1). 複倍数体

Table 1 Chromosome constitution of plants selected in the second backcross generation (B_2F_1) of amphiploid, *A. ciliare* \times *T. aestivum*, to the wheat parent

B_2F_1 Plants	Chromosome constitution	Progeny
F ₁ -85 -2 -2	21''+13'	Family-a
F ₁ -85 -3 -2	21''+ 3'	Family-b
F ₁ -85 -2 -1	21''+ 4'	Family-c

NOTE : Figures following generation symbols (F₁, F₂ etc.) indicate a cultivation year. e. g. 87→1987.

の作出は、当植物細胞遺伝学研究室において保存維持を行っているアオカモジグサの1系統、百間川（ヒヤッケンガワ、Hyakkengawa），を雌親とし、六倍性普通コムギの栽培品種、イナヤマコムギ（cv. Inayama-komugi, 稲山小麦）を花粉親とする交配から得た F₁ 植物（ $2n=5x=35$ ）のコルヒチン処理による³⁾。また、第1回目の戻交雑にイナヤマコムギを雌親として用いたので、コムギが細胞質親である。

Table 1 のとおり B_2F_1 世代の3個体の後代の系統群は a, b および c とする。前報のとおりに a-および b-の両系統群からはすでに計5系統の二染色体添加系統を得ているが⁴⁾、本報告の供試材料は保存種子の新たな追加播種による植物であり、実験結果や選抜個体はそれらと重複はしない。添加二染色体の出現頻度の調査、研究は a-系統群において詳細に行い、b-系統群および c-系統群については出現した二染色体添加植物における細胞学的観察や形質調査にとどめた。

2. 実験植物の表記

供試植物は戻交雑による雑種世代であり、すべて2回の戻交配世代（戻交雑第二代、 B_2 ）であるので、 B_2 の記号はとくに必要とする場合のみにとどめ、その他では省略する。また、植物の栽培、個体番号において雑種世代を示す記号、F、につづく数字は栽培年度を表わし、例えば1987年度栽培の雑種第四世代は F₄-87- とする。さらに、本研究の主要な目的は添加二染色体をもつ個体の分離出現に関してであるので、前報と同じく、添加染色体の構成内容を、二染色体をもつものと、一染色体のみであるものとに区別し、下記のように記する。

すなわち、(a) 添加染色体が一对のアオカモジグサ染色体のみである“二染色体添加植物”（ $2n=44, 22''$ ）と、(b) その様な二染色体に加えて一染色体をも合わせもつ植物とを区別する。後者の染色体構成の個体は“二・一染色体添加型植物”とし、 $22''+n1'$ と表記する。ここで n は 0 から数本の一染色体であり、 $n=1$ 以上のとき、 $22''+1'$ 、 $22''+2'$ などの植物であるが、もし $n=0$ であれば $22''$ の二染色体添加植物となる。(c) また、添加染色体が1～数本の一染色体のみからなり、二染色体を含まない染色体構成は、 $21''+n1'$ と表記する。 $n=0$ では $21''$ の六倍性コムギの二染色体植物 (Disomic)、 $n=1$ では一染色体添加植物（ $21''+1'$ ）である。2本以上の添加一染色体をもつ植物（ $21''+2'$ 、 $21''+3'$ など）は“一染色体添加型植物”とし、このなかに重複一染色体添加植物や添加染色体が端着丝粒染色体である植物などを含めて表わす。

3. 細胞学的観察

染色体の観察は、根端の体細胞染色体および花粉母細胞の成熟分裂第一分裂中期 (MI 期) について行った。体細胞染色体にはフォイルゲン染色、花粉母細胞には酢酸カーミン染色を用い、いずれも押しつぶし法によって顕微鏡標本を作成した。

4. 栽培と形質調査

供試植物は冬季は温室条件下で長日処理を行って出穂を促進し、夏季は圃場栽培とした。形態学的調査は主に穂型について行った。イナヤマコムギとの開花日の差および稔性の調査

は温室栽培の個体について行い、とくに、稔性は袋掛けによる自殖種子稔性を調査した。

結 果

1. 二染色体添加植物の出現頻度

Table 2 に示すとおり、a-系統群における二染色体添加植物の選抜は F_3 、 F_4 および F_5 世代の合計670粒の播種から得た549本 (81.9%) の生育個体のうち、180本について細胞学的

に行った。Table 2 には選抜を主目的として栽培した個体の数のみを示し、得られた二染色体添加植物の次代の栽培個体数は含めていない。しかし、 F_4 世代において外部形態形質が二染色体添加植物に類似する2個体を選んだが、1990年度の F_5 世代の播種数の37粒には、それらの植物から得た13粒が含まれている。この2個体うち、11粒の親は二染色体添加植物にとくによく似ていたが、他の1個体は $22''+nl'$ 型と考えられる植物であった。

また、1989年度の F_5 の細胞学的観察は、30個体のうち11個体は根端細胞のみについて、10個体では根端細胞と花粉母細胞の両方について行った。その他の9個体を含め、残る F_3 、 F_4 および F_5 のすべての個体の細胞学的観察は花粉母細胞について行った。観察の結果、雑種後代には添加アオカモジグサ染色体について種々の染色体構成の個体がみられたが、それらは大きく分けて、(i)一染色体添加型植物 (重複および多重一染色体添加植物、 $21''+nl'$)、(ii)一染色体添加植物 ($21''+1'$) および (iii) 二・一染色体添加型植物とすることができた。多くはこれらの (i)~(iii) の構成であったが、二染色体添加植物も出現した。

Table 3 は a-系統群における染色体構成の分離と二染色体添加植物の出現頻度である。調査には雑種世代から一染色体添加型や一染色体添加植物を選び、その次代について行った。雑種初期世代の、添加一染色体数を多数もつ植物 (= 高次の重複一染色体添加植物) の次代には幅広い染色体数の分離がみられている。また、次代の染色体構成に親植物による出現頻度の差異がみられたほか、新しく、端部動原体染色体をもつ個体などの出現もあった。

なお、各植物における染色体構成式は、最

Table 2 Results of cultivation and the number of plants observed cytologically in progeny generation^{a)} of a B_2F_1 plant (B_2F_1 : 2-2) with $2n=55, 21''+13'$

Generations	No. of seeds sown					No. of plant developed					No. of plants observed cytologically				
	1988	1989	1990	1992	Sum	1988	1989	1990	1992	Sum	1988	1989	1990	1992	Sum
$F_3^c)$	40	50	0	0	90	39(97.5)	27(54.0)	-	-	66(73.3)	21	24	-	-	45
F_4	412	15	53	10	490	339(82.3)	9(60.0)	48(90.6)	10(100)	406(82.7)	11	0	43	8	62
F_5	0	43	37	10	90	-	34(79.1)	33(89.2)	10(100)	77(85.5)	-	30	33	10	73
Total	452	108	90	20	670	378(83.6)	70(64.8)	81(90.0)	20(100)	549(81.9)	32	54	76	18	180

NOTE : Data do not include progeny of disomic addition plants selected in the parent generation.

a) Family-a.

b) Percentage for no. of seeds sown.

c) B_2F_3 .

Table 3 Chromosome constitution of plants observed cytologically in progeny of $21'' + n1'$ plants (Family-a)

Parent plants			Frequency of plants in progeny (%)															
Plant No.	2n	Chromosome constitution	Cult. No.	Chromosome pairing at MI														
				23''+2'	22''+3'	22''+2'	22''+1'	22''	21''+6'	21''+5'	21''+4'	21''+3'	21''+2'	21''+1'	21''	20''+4'	19''+2'	Sum
F ₂ -87 -2 -3	48	21''+6'	F ₃ -89 -5	1	0	1	0	1 ^{a)}	0	0	1	3	5	3	0	- ^{b)}	-	15
F ₂ -87 -2 -5	48	21''+6'	F ₃ -88 -5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3	2	0	-	-	7
"	"	"	-88 -6	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3	0	-	-	6
"	"	"	-89 -7	0	0	2	0	0	1	0	1	1	3	0	1	-	-	9
			Sum	1	1	3	1	1(2.7)	1	1	4	4	11	8	1	-	-	37
F ₃ -89 -5 -2	46	21''+4'	F ₄ -90-62	0	0	3	1	2	-	-	1	2 ^{c)}	3 ^{d)}	3	0	1	-	16
F ₃ -89 -7 -9	46	21''+4'	F ₄ -90-61	0	0	0	0	0	-	-	0	0	1	0	1	-	-	2
			Sum	0	0	3	1	2(11.1)	-	-	1	2	4	3	1	1	-	18
F ₃ -89 -7 -1	45	21''+3'	F ₄ -92-40	-	-	0	2(25.0)	2(25.0)	-	-	-	0	1	1	2	-	-	8
F ₃ -89 -7 -7	44	21''+2'	F ₄ -90-53	-	-	-	0	1	-	-	-	-	1	6	9	-	-	17
F ₄ -88-11 -8 ^{e)}	44	21''+2'	F ₅ -89 -6	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	3	3	-	1	7
			Sum	-	-	-	0	1(4.2)	-	-	-	-	1	9	12	-	1	24
				Somatic chromosome number in root tips														
				44 -														

a) Incubating one ditelosome.

b) - indicates unexpected chromosome constitution in progeny.

c) Two plants had $21'' + 2' + t'$.d) One plant had $21'' + 1' + t'$.e) Derived from F₂-87 -2 -3.f) F₄ generation of F₃-88 -5.g) F₄ generation of F₃-88 -6.

も高い染色体対合, または出現頻度が最も多い対合など妥当と考えられる対合によって示している. 植物個体によって異なる染色体対合を示す細胞もしばしば観察されている. 詳細な結果は次のとおりである.

(i) 一染色体添加型 ($21''+n1'$) 植物の次代

(a) $21''+6'$ の次代

$21''+6'$ ($2n=48$) の次代の F_3 世代は 4 系統を 1988 年および 1989 年に栽培したが, 細胞学的観察を行った 37 個体の染色体構成は, $23''+2'$ ($2n=48$) から $21''$ ($2n=42$) まで変異した. 添加二染色体を含む個体は 7 個体 (18.9%) 出現したが, そのうち二染色体添加植物は 1 個体 (2.7%) のみであり, 残りの 6 個体は二・一染色体添加型や重複二染色体添加植物であった.

F_2 -87-2-3 の次代の F_3 -89-5 は 1989 年に 40 粒を播種し, 得られた 17 個体から無作為に選んだ 15 個体について MI 期染色体対合を観察したが (Table 3), 二・一染色体添加型は計 3 個体得られた. それらは $23''+2'$ と $22''+2'$ が各 1 個体のほか, 端部動原体染色体の二染色体を含む植物 (F_3 -89-5-8, $21''+t'$, Fig. 1) が 1 個体見いだされた. さらに, 一染色体添加型は計 9 個体出現したが, それらは 4 重複一染色体添加植物 (F_3 -89-5-2, $21''+4'$, Fig. 2) が 1 個体, 3 重複一染色体添加植物 ($21''+3'$) が 3 個体, 重複一染色体添加植物 ($21''+2'$) が 5 個体であった. また, 一染色体添加植物 ($21''+1'$) が 3 個体得られた.

F_2 -87-2-5 の次代は F_3 -88-5, -88-6, -89-7 の 3 系統を 1988 年と 1989 年に分けて合計 30 粒を播種し, 30 個体が生育した. これらのうち 22 個体について MI 期の観察を行った. その結果, 1988 年の播種による 13 個体から二・一染色体添加型植物は $22''+3'$ と $22''+1'$ が各 1 個体, 一染色体添加型では $21''+5'$, $21''+4'$ および $21''+2'$ がそれぞれ 1, 2 および 3 個体, 一染色体添加植物 ($21''+1'$) が 5 個体出現した. 1989 年では二・一染色体添加型は $22''+2'$ が 2 個体, $21''+6'$, $21''+4'$ および $21''+3'$ が各 1 個体, $21''+2'$ が 3 個体出現した.

(b) $21''+4'$ の次代

上記 (a) の F_3 -89-5-2 ($21''+4'$) の次代 (F_4 -90-62) は 18 粒を播種し, 18 個体の F_4 世代を得たが, 16 個体について MI 期を観察した. 二・一染色体添加型の植物では $22''+2'$ が 3 個体 (18.8%), $22''+1'$ が 1 個体 (6.3%) 得られた. 二染色体添加植物 ($22''$) は 2 個体 (12.5%) 出現した. 一染色体添加型の個体数は合計 6 個体であった. それらは $2n=46$ ($21''+4'$) の植物が 1 個体 (6.3%) 得られ, また, $2n=45$ や $2n=44$ は計 5 個体が出現したが, うち 3 個体 (18.8%) には端部動原体染色体がみられた.

とくに, $2n=45$ の 2 個体はともに端部動原体染色体をもつ染色体構成の $21''+2'+t'$ であった. $2n=44$ では 2 個体が $21''+2'$ であり, 残る 1 個体は $21''+1'+t'$ の端部動原体染色体をもつ染色体構成の植物であった. また, これらの端部動原体染色体がコムギまたはアオカモジグサのいずれであるかは本実験では特定できなかった. さらに, 一染色体添加植物 ($21''+1'$) は 3 個体 (18.8%) 得られた. また, $20''+4'$ の植物が 1 個体 (6.3%) 出現した (Fig. 2). 図にみられるとおり, 二価染色体数の減少にもかかわらず



Fig. 1 From the left to right, spike morphology of Inayama-komugi and F_3 -89-5-8($21''+t'$).



Fig. 2 From the left to right, spike morphology of Inayama-komugi, F_3 -89-5-2($21''+4'$) and F_4 -90-62-9($20''+4'$).

この植物には稔性があり、少数の着粒がみられた。

F_3 -89-7-9 の次代 (F_4 -90-61) は 2 本得られたに過ぎなかった。MI 期の観察の結果、染色体構成は $21''+2'$ および $21''$ であった。

(c) $21''+3'$ の次代

F_4 -92-40 は F_3 -89-7-1 から 10 粒を播種し、生育個体 10 本を得た。このうち 8 本について MI 期を観察した結果、二・一染色体添加型 ($22''+1'$) を示す 2 個体、 $22''$ の二染色体添加植物が 2 個体、 $21''+2'$ および $21''+1'$ が各 1 個体、 $21''$ 植物が 2 個体得られた。

(d) $21''+2'$ の次代

F_3 -89-7-7 から 20 粒を播種し、20 個体の生育個体 (F_4 -90-53) を得た。17 個体について MI 期の観察を行った結果、二染色体添加植物が 1 個体、 $21''+2'$ が 1 個体、 $21''+1'$ が 6 個体および $21''$ が 9 個体出現した。

F_4 -88-11-8 (Table 3 参照, Fig. 3) の次代 (F_5 -89-6) は 10 粒を播種した。生育した 9 個体のうち 7 個体の MI 期の観察を行った。 $21''+1'$ が 3 個体、 $21''$ が 3 個体、および染色体数がさらに減少し $19''+2'$ の対合を示す 1 個体 (Fig. 3) が得られた。

(ii) 一染色体添加植物 ($21''+1'$) の次代

一染色体添加植物の次代の染色体数は体細胞染色体の観察によって調べた (Table 3)。 F_4 -88-17-20 から 30 粒の播種によって得られた F_5 世代 (-89-4) の 22 個体のすべてについて体細胞染色体を観察したが、二染色体添加植物であると考えられる $2n=44$ の個体は 1 本のみであった。また、6 個体は $2n=43$ を示し一染色体添加植物であると考えられた。残る 15 個体は $2n=42$ であった。

F_4 -88-18-32 の次代 (F_5 -90-54) は 24 粒の播種によって 21 本の生育個体を得られた。体細胞染色体の観察の結果、 $2n=43$ が 7 個体、 $2n=42$ が 14 個体みられたが、二染色体添加植物は得られなかった。

(iii) 二・一染色体添加型 ($22''+n1'$) 植物の次代

Table 4 には二・一染色体添加型のうち $22''+2'$ の染色体構成の植物 (F_3 -89-5-1, F_3 -89-7-10, F_4 -90-62-5, F_4 -90-62-10) の次代植物における染色体構成を示す。合計 13 個体について観察したが、親植物と同じ染色体構成の $22''+2'$ 個体のほか、 $22''+1'$ や $22''$ が出現し、これら 3 種類の植物の頻度はそれぞれ、4 (30.8%)、3 (23.1%) および 6 個体 (46.2%) であり、いずれも添加二染色体をもっていた。このように $22''+n1'$ 型の次代では二染色体添加植物 ($22''$) の出現頻度が顕著に高かった。また、親における 2 種類の一染色体のうち、いずれかについて互いに同一である配偶子同士の受精から期待される $23''$ ($2n=46$) の植物が出現しなかったのは、供試個体数が少ないためであると考えられる。

(iv) 雑種後代の世代と二染色体添加植物の出現頻度

本実験の a-系統群から選抜した二染色体添加植物の個体数は Table 5 にまとめて示すとおり合計24本である。F₃と F₅ 世代では明らかに F₅ における出現数が多い。1989年に栽培した F₃ 世代の2個体の 21''+4' (2n=46, F₃-89-5-2, -89-7-9), の次代 (F₄-90-61, -90-62) に18個体中2個体 (11.1%) の二染色体添加植物が出現した。二・一染色体添加型を加えると6個体 (33.3%) であった (Table 3)。同様に 21''+3' の次代 (F₄-92-40) においてもそれぞれ25%, および50%の出現率を示した。しかし, 添加一染色体数が少ない植物の次代では出現率が明らかに減少した。21''+2' の次代 (F₄-90-53および F₅-89-6) では生育した24本のうち1個体 (4.2%), 21''+1' の次代 (F₅-85-4および-90-54) では43個体について2.3% (1個体) に過ぎなかった。一方, 上述のとおり, 22''+nl' の染色体構成を親植物にもつ次代では高い出現率を示した。

また, 世代の進行とともに雑種世代に含まれるアオカモジグサ染色体の種類が減少するので, 同じ親植物から得た子孫に出現する二染色体添加個体の添加染色体をみると, 異なる染色体の添加ではなく, 同一の染色体が異なる個体に繰り返して含まれている比率がより高くなる。Table 3, 4 および 5 には細胞学的に見いだした個体数をすべて記載した。しかし, それらの中には親世代 (F₃ および F₄) において外部形態学的に選抜し, 染色体構成の細胞学的確認は次代 (F₅) において行った系統がある。それらの系統において多くの二染色体添加植物が得られているが, どの個体も同一染色体の添加によることが明らかである。そのように同一染色体であることが明らかな計10個体も Table 5 に示した個体数に含めたので, それらを差し引いた結果を比較する必要がある。その結果でもやはり, 世代の進行とともに二染色体添加植物の出現率がより高くなる傾向に変わりはない。

2. 二染色体添加植物 (22'') の次代

F₃~F₅ 世代に得た二染色体添加植物は計22系統である。個体別に採種し次代の, 細胞学的観察を14系統27個体について詳細に行った。その結果, 1価染色体の出現数は細胞当たり1.35から0まで変異した。しかし, 同一の親植物から得た次代植物間にも同様な出現数の差がみ



Fig. 3 From the left to right, spike morphology of Inayama-komugi, F₄-88-11-8(21''+2') and F₅-89-6-7 (19''+2').

られ, 1価染色体の出現率の系統間差異については結論を得ることができなかった。系統や個体によっては, 3価および4価の多価染色体が観察された。これらの多価染色体は雑種後代の各世代においてみられ, 二染色体添加系統が得られた世代との間に関係がないと考えられる。

また, 多価染色体に含まれる染色体が雑種世代をととして同一のコムギ染色体のみであるか, あるいはアオカモジグサの染色体を含むかについては明らかにすることができなかった。さらに, 多価染色体は a, b および c のいずれの系統群においても観察された。一方, コムギ親のイナヤマコムギでは観察した33細胞のすべてが 21'' を示し, 1価染色体や多価染色体の出現はみられなかった。

3. 二染色体添加植物の形態形質および開花日数

各二染色体添加系統から代表的な1個体を

Table 4 Frequency of addition disomics obtained in progeny of 22''+2' plants

Parent			Progeny (%)				
Plant No.	2n	Chromosome constitution	Cult. No.	Chromosome pairing			Sum
				22''+2'	22''+1'	22''	
F ₃ -89-5-1	46	22''+2'	F ₄ -90-41	0	0	2	2
F ₃ -89-7-10	46	22''+2'	F ₄ -90-43	1	0	0	1
F ₄ -90-62-5	46	22''+2'	F ₅ -92-20	2	1	2	5
F ₄ -90-62-10	46	22''+2'	F ₅ -92-21	1	2	2	5
Total				4(30.8)	3(23.1)	6(46.2)	13(100.0)

Table 5 Results of cytological selection of addition disomic plants (2n=44, 22'') of *A. ciliare* chromosomes

Generation	No. ^{a)} of disomic plants selected cytologically				(%) ^{b)}
	1988	1989	1990	1992	Sum
F ₃	0	1(4.2)	-	-	1(2.2)
F ₄	0	0	5(11.6) ^{c)}	2(25.0)	7(11.3)
F ₅	-	1(3.3)	11(33.3) ^{d)}	4(40.0)	16(21.9)
Total	0	2(3.7)	16(21.1)	6(33.3)	24(13.3)

a) The number includes disomics obtained for the same chromosome.

b) Percentage for no. of plants observed cytologically. See Table 2.

c) Including two disomic plants for the same chromosome from a parent plant (F₃-89-5-1).

d) Including ten disomic plants for the same chromosome from one parent plant.

選び、小穂数、穂軸長、芒長、開花日および種子稔性をイナヤマコムギを対照として比較調査した。

対照のイナヤマコムギの小穂数は21であったが、添加植物では系統によって16から24まで変異した。穂軸長は対照の9.8cmに対して7.1~10.4cmであった。穂密度の計算は、穂軸長/(小穂数-1)によったが、イナヤマコムギの0.49に対して0.41~0.61まで差がみられた。イナヤマコムギよりも密穂の系統は4系統、疎穂の系統は11系統であり、明らかに疎穂系統が多かった。

芒長は、対照の0.4cmに対し、4系統では明らかに長芒であり、1.3cm(1系統)、1.7cm(2系統)および2.0cm(1系統)であった。開花までの日数は、発芽後(播種10月3日)鉢植えとし、温室栽培条件下で出穂開花せしめて調査を行ったが、同一条件下のイナヤマコムギに比べて、いずれも1~10日遅かった。これらの温室栽培個体について種子稔性を調査したが着粒数は少なく、対照のイナヤマコムギの放任授粉でも50.0%であった。二染色体添加系統ではさらに低い個体が多く、その変異幅は個体によって0.0~63.5%を示し、この栽培条件下では明らかに系統間差異がみられた。

考 察

アオカモジグサはコムギ属と比較的遠縁の、また、日本の本土に固有の野生4x種である。これまでにコムギへの二染色体添加系統の作出が行われた他の植物種が極近縁の種、属であ

ること、または環境条件が大きく異なる地域に起原地をもつ栽培種であり、それらが2x種であることなどとは異なり、日本の環境条件にとくに適した形質をもつ野生種としてアオカモジグサは麦類の育種における新しい重要な遺伝資源と考えられる。しかし、4xの種として染色体数が多く、二染色体添加植物系統系列の育成はより複雑であり、より長い年月を要する。

この実験の最初の親となったアオカモジグサと六倍性普通コムギの複倍数体(*A. ciliare* × *T. aestivum* cv. Inayama-komugi)は高次の倍数性植物($2n=10x=70$)である。栽培個体数は5本であったが、うち3個体のみが $2n=70$ であり、その染色体対合も、35'の細胞は9%に過ぎず、細胞によっては $28''+14'$ の低い対合や $1''' + 31'' + 5'$ のように多価染色体がみられている³⁾。戻交雑による BF_1 も平均 $1.54''' + 1.22''' + 15.62'' + 14.94'$ であったことが報告され、染色体の対合量が明らかに低く、また、染色体倍加当初から染色体構造変異が含まれていたと考えねばならない。雑種の初期世代にはやや多くの異なる染色体異常が含まれていた可能性が考えられ、それらのうち植物の生育に大きく影響しない染色体異常のみが後代まで残ったと考えられる。染色体異常に含まれている染色体の分析は本実験では行なわなかったが、それらがコムギおよびアオカモジグサの両者を含むか、あるいは、そのいずれかであるかは、今後の興味ある問題である。

雑種世代における染色体の対合式は、基本となる六倍性普通コムギの $21''$ の染色体対合と添加されているアオカモジグサ染色体の染色体対合との和である。次代にはアオカモジグサの染色体構成部分のみに分離が生じる。雑種世代の進行とともに染色体構造変異や添加されているアオカモジグサの一染色体数の減少が生じたので、後代植物の稔性が向上し着粒数が増加し、その結果播種、栽培、染色体観察数など実験数を増加せしめることが可能となった。

本研究における実験対象植物の親世代は主に F_2 や F_3 の比較的初期世代であったが、低稔性のため着粒数が少数であった。高次の倍数性植物においても複雑な染色体構成の異数体はしばしば低稔性である。初期世代は多数の一染色体をもつ高次の異数体であり、同時に染色体異常も含まれ、それらが低稔性の主な遺伝的要因と考えられ、さらに世代促進のため行った温室栽培条件によってより低下したと考えられる。しかし、世代の経過とともに一染色体数が減少し、他方、二染色体植物の分離出現数が増加する傾向がみられている。また、この過程で二染色体と一染色体を合せてもつ個体が出現した。同時に植物の稔性が著しく向上したので次代の栽培個体数の増加が可能になった。しかし、一染色体数の少ない植物、例えば一染色体添加植物($21''+1'$)の次代では二染色体添加植物の出現頻度が低い。一染色体添加植物の自殖による二染色体添加植物の作出は比較的単純であり、普通行われる方法であるが、本実験と同様出現頻度が低いことが報告されている⁵⁾。Islamらは重複一染色体添加植物の次代では、一染色体添加植物の次代より高い二染色体添加植物の出現頻度を得ており¹⁾、Lukazewskiも三重複一染色体添加植物を加えた同様の報告を行っている²⁾。したがって稔性と出現率の両要因を考慮して、二染色体添加植物の作出育成に最も有効な雑種世代を検討することが必要と考えられる。

摘 要

アオカモジグサ(*Agropyron ciliare*, $2n=4x=28$, SSYY)の1系統、百間川、と六倍性普通コムギ(*Triticum aestivum*, $2n=6x=42$, AABBDD)の栽培品種、イナヤマコムギ、との間の複二倍体のコムギ親への2回の戻交配による雑種第一代植物(B_2F_1)から3個体を選び、その後代においてアオカモジグサ染色体の二染色体添加植物の作出を行い、その出現頻度について研究した。雑種世代に出現する種々の染色体構成の植物のなかで二染色体添加植物の比率は、雑種初期世代では低く、世代の進行とともに高くなったが、親植物の染色体

構成によって次代の個体数当りの出現数は大きく異なり、一染色体添加植物 ($21''+1'$) の次代ではきわめて低いが、 $22''+n1'$ 型の次代では高い頻度であった。また、端部動原体染色体をもつ系統も出現した。さらに、多価染色体が雑種世代をとおしてみられたが、複倍数体の作出当初に生じていた染色体構造変異によると考えられる。

謝 辞

本報告に用いた植物の親に当たる初期世代の育成実験には当時の学部専攻学生、金田 智、花崎(藤原)智美、中根 渉 各氏のご協力を得て行った。ここに謝意を表する。

文 献

- 1) Islam, A. K. M. R., K. W. Shepherd and D. H. B. Sparrow : Isolation and characterization of euplasmic wheat-barley chromosome addition line. *Heredity* **46**, 161—174 (1981)
- 2) Lukazewski, A. J. : A comparison of several approaches in the development of disomic alien addition lines of wheat. *Proc. 7th Intern. Wheat Genet. Symp.*, Cambridge 1988, 363—367 (1988)
- 3) Muramatsu, M., S. Kaneta, R. Ikeda, T. Uetsuki and K. Takahashi : Hybridization of Japanese indigenous *Agropyron* (*Roegneria*) species with hexaploid wheat and cytogenetics of some of the F_1 , BF_1 and amphiploid plants. *Proc. 6th Intern. Wheat Genet. Symp.* 1983, 1041—1048 (1983)
- 4) 村松幹夫・大朝慶樹 : アオカモジグサ (*Agropyron ciliare*) 染色体のコムギへの二染色体添加系統の選抜育成に関する研究. 岡山大農学報, **80**, 69—77 (1992)
- 5) Riley, R. and V. Chapman : The production and phenotypes of wheat-rye chromosome addition lines. *Heredity* **12**, 301—315 (1958)